

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2000-227313A**

(43)Date of publication of application : **15.08.2000**

(51)Int. Cl.

G01B 11/24

G01B 9/02

(21)Application number : **11-029877**

(71)Applicant : **NIKON CORP**

(22)Date of filing : **08.02.1999**

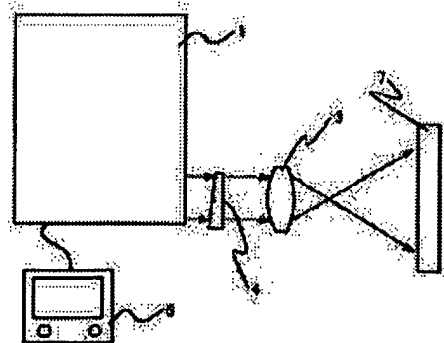
(72)Inventor : **AOKI KAZUO**

(54) TRANSMITTED WAVEFRONT MEASURING INSTRUMENT USING REFLECTING MIRROR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily measure various transmitted wave fronts, such as planar wave fronts, spheric wave fronts, aspheric wave fronts, etc., with accuracy by constituting a reflecting mirror of a mirror which reflects light in the same direction as that of incident light.

SOLUTION: As a reflecting mirror which reflects a wave front transmitted through a single lens body or an optical system, such a mirror as the micro corner-cube mirror, rectangular mirror, etc., which reflects light in the same direction as that of incident light is used. The micro corner-cube mirror is composed of a plurality of corner-cube mirrors and has an apex angle of, for example, 90°. Therefore, the mirror can reflect light in the same direction as that of incident light though the phase is shifted from the incident angle. In addition, the phase shifting amount can be reduced by adjusting the diameters of the corner cubes. The rectangular mirror can reflect light in the same direction as that of the incident light though the phase is linearly shifted from the incident light, because rectangular V-grooves are arranged on the mirror.



Detailed Description of the Invention:

[0002]

[Conventional Art] Conventionally, a transmitted wavefront (wavefront shape) of an optical system including a single lens and a plurality of lenses has been measured using a laser interferometer. Fig. 3 and Fig. 4 are schematic diagrams illustrating a measuring instrument of a transmitted wavefront according to conventional art. First, a method illustrated in Fig. 4 will be explained. When a laser interferometer 1 is used to measure a transmitted wavefront, an optical system for correcting a light incident to an object 3 to be measured into a planar wave serving as a reference is arranged in an optical path of a laser light emitted from a laser light source. The object 3 to be measured is arranged on an extension line of the optical system in this optical path. The transmitted wavefront of the object 3 to be measured is measured by using, e.g., a monitor 6, to measure the number of interference fringes (normally, this is called the number of Newton fringes) caused by interference between a reflection light from a reference plane 4 of a reference lens and a transmitted light of a lens to be measured reflected by a folding mirror 5. However, when the instrument shown in Fig. 4 is used to measure a wavefront transmitting through a lens having an aspherical surface, the aberration of the transmitted wavefront is large, which makes it difficult to form and measure an interference fringes. Further, even if a lens has a spherical surface, a larger curvature tends to result in occurrence of aberration, which makes it difficult to perform accurate measurement. Therefore, when a transmitted wavefront of an aspherical lens and a spherical surface having a large curvature is measured, a null lens 2 as shown in Fig. 3 is used in order to correct aberration of an object to be measured, and a folding mirror is made to have a reflection surface shape corresponding to the transmitted wavefront.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-227313

(P2000-227313A)

(43) 公開日 平成12年8月15日 (2000.8.15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 1 B 11/24		G 0 1 B 11/24	D 2 F 0 6 4
9/02		9/02	2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平11-29877

(22) 出願日 平成11年2月8日 (1999.2.8)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 青木 和男

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

Fターム (参考) 2F064 AA09 BB04 CC16 CC47

2F065 AA45 BB22 CC22 EE08 FF51

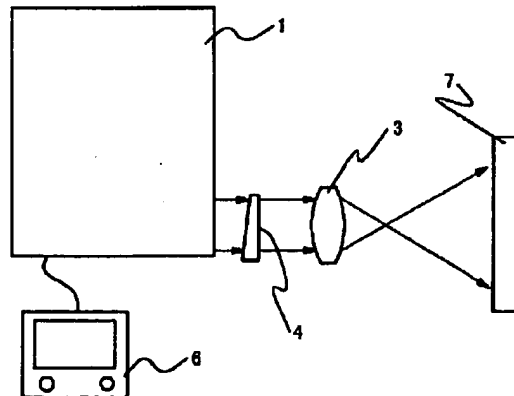
GG04 LL10 LL17

(54) 【発明の名称】 折り返しミラーを用いた透過波面の測定装置

(57) 【要約】

【課題】 干渉計を用いて被検物の透過波面を測定する時、被検物が非球面を有したり、大きな曲率を有する場合でも、ヌルレンズや折り返しミラーを測定毎に変更する必要がなく、正確な測定が出来るようにする。

【解決手段】 折り返しミラーとして、光が入射する方向に光を反射する特性を有する折り返しミラーを用いる。例えば、コーナキューブからなるミラーを用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 干渉計、参照面、および被検物を透過した波面を折り返すための折り返しミラーを有する透過波面の測定装置であって、前記折り返しミラーが入射光と同一の方向に光を反射するミラーからなることを特徴とする測定装置。

【請求項2】 前記ミラーが微小コーナーキューブミラーからなることを特徴とする請求項1に記載の測定装置。

【請求項3】 前記ミラーが直角ミラーで構成されたことを特徴とする請求項1に記載の測定装置。

【請求項4】 請求項1又は2又3に記載の測定装置であって、干渉計あるいは被検物からの光を平面波に矯正する光学系を有することを特徴とする測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明はレンズ単体あるいは複数のレンズで構成された光学系の透過波面を測定する装置および方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来からレンズ単体あるいは複数のレンズで構成された光学系の透過波面（波面形状）はレーザ干渉計を用いて測定されている。図3および図4に従来の技術による透過波面の測定装置の概略図を示す。先ず、図4に記された方法を説明する。レーザ干渉計1を用いて透過波面を測定する場合は、レーザ光源からのレーザ光の光路に被検物3への入射光を基準となる平面波に矯正する光学系を配置し、この光路における光学系の延長線上に被検物3を配置し、参照レンズの参照平面4からの反射光と折り返しミラー5により反射した被検レンズの透過光との間で生じる干渉縞の本数（通常、ニュートン本数と呼ばれる）を、例えばモニター6上で測定することによって、被検物3の透過波面を測定していた。しかしながら、図4に示す装置を用いて非球面を有するレンズを透過する波面を測定しようすると、透過波面の収差が大きくなって干渉縞の形成・測定が困難であった。また、球面を有するレンズであっても、曲率が大きくなると収差を生じやすくなり、正確な測定が困難であった。そこで、曲率の大きい球面や非球面のレンズの透過波面を測定する時には、被検物の収差を補正するために図3に示す様なヌルレンズ2を用いたり、折り返し反射ミラーを透過波面に対応した反射面形状にしていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ヌルレンズにしても、折り返し反射ミラーにしても、1つの被検物の測定に対して専用に必要となるために製造上の負担が大きく、また測定毎のアライメントにも労力が必要になり、問題となっていた。また、被検物への入射光が平面、球面あるいは非球面のように様々な形状を有する光学部品（レンズ）単体およびそれらにより構成された

光学系の透過波面を干渉光として形成し、それらを単一な測定装置を用いて測定することは光学調整が煩雑なり非常に困難であった。本発明は、この問題を解決し、平面、球面あるいは非球面のような様々な透過波面を簡易に精度良く測定する装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明では、上記課題を解決するために、以下の手段を用いている。第1の手段として、干渉計、参照面、および被検物を透過した波面を折り返すための折り返しミラーを有する透過波面の測定装置に対して、折り返しミラーが入射光と同一の方向に光を反射するミラーからなることとした。これによって被検物に応じてヌルレンズを設計・製作したり、被検物を透過した波面の形状に応じて折り返しミラーを設計・製作する必要がなくなる。

【0005】第2の手段として、第1の手段を実施する際に、折り返しミラーが微小コーナーキューブミラーからなることとした。この手段によって、簡単に、精度の良い、手段1に必要な折り返しミラーが得られ、性能の良い測定装置が安価に得られる。第3の手段として、第1の手段を実施する際に、折り返し反射ミラーが直角ミラーで構成されたこととした。これにより、簡単に、安価に手段1に必要な折り返しミラーが得られ、性能の良い測定装置が安価に得られる。

【0006】第4の手段として、第1又は2又3の手段の測定装置に対して、干渉計あるいは被検物からの光を平面波に矯正する光学系を有することとした。これによって、測定時のアライメントが容易になる。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の基本的な技術的思想は、折り返しミラーとして入射する方向に光を反射する特性のものを用いれば、被検物に収差があっても干渉縞が実用的な範囲で十分形成・観察される、というものである。このため、本発明ではレンズ単体あるいは光学系を透過した波面を反射させる折り返しミラーに微小コーナーキューブミラーあるいは直角ミラー等の入射光と同一の方向に光を反射するミラーを用いる。微小コーナーキューブミラーは図2（a）に示す様に複数のコーナーキューブからなり、その頂角は90°を有している。そのため入射光と位相はずれるものの同一の方向に光を反射することができる。また、この位相のずれ量はコーナーキューブの径により小さくすることができるため、単一のコーナーキューブの径は0.1～10mm程度が好ましい。一方、直角ミラーは図2（b）に示す様に直角なV溝を配置している。そのため線状ではあるが入射光と位相はずれるものの同一の方向に反射することができる。また、この位相のずれ量はV溝を小さくすることができるため、単一のV溝の幅は0.1～10mm程度が好ましい。折り返しミラーの作製方法は立方体を重ねあわせて作製するか、または金型を作製し、樹脂成型で成形した

り、ガラス材を加熱して軟化させ成形することによって行う。以上の様な折り返しミラーを用いることにより、透過波面の測定装置において、装置に起因する収差および被検物の透過波面に収差が乗っていたとしても折り返しミラーで全て反射されるため、干渉光を再現性良く形成することができる。したがって、煩雑な光学調整をしなくともレンズ単体あるいは光学系の透過波面を測定、評価することが可能となる。また、従来は専用に必要であったヌルレンズも不要になり、作業性が向上した。以下に本発明の装置を用いた透過波面測定の手順を示す。

1) 折り返しミラー調整：ティルト調整と撮像素子1画素よりも小さくなるように距離を調整する。

2) サンプル測定：参照面を走査して画像を取り込み測定する。

以上により、測定精度 $p-v \lambda/2$ 程度の測定が可能となった。

【0008】

【発明の効果】本発明によれば、平面、球面あるいは非*

*球面のような様々な透過波面を簡易に精度良く測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の装置の概念図

【図2】本発明の折り返しミラーの例

(a) 微小キューブミラー、(b) 直角V溝ミラー

【図3】従来の技術における透過波面測定装置の概念図

1

【図4】従来の技術における透過波面測定装置の概念図

2

【符号の説明】

1 干渉計

2 ヌルレンズ

3 被検物

4 参照平面

5 折り返しミラー

6 モニター

7 本発明の折り返しミラー

Fig 1

【図1】

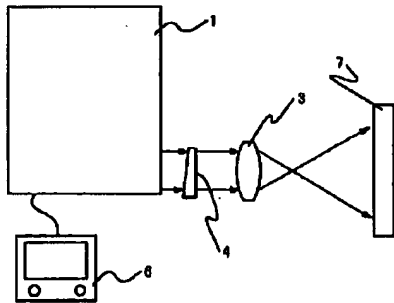
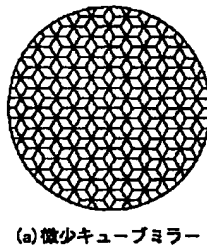


Fig 2

【図2】



(a) 微小キューブミラー

Fig 3

【図3】

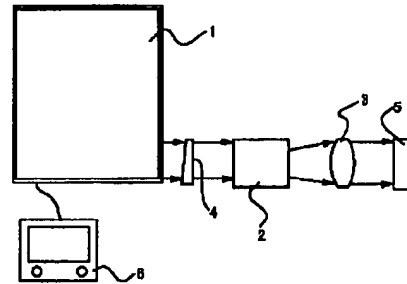


Fig 4

【図4】



正面図

(b) 直角V溝ミラー